



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**ANALÝZA EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PRO
POTŘEBY POZEMKOVÝCH ÚPRAV V K.Ú LIDEROVICE**

THE EROSION AND RUNOFF ANALYSIS FOR LAND CONSOLIDATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Benáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**ANALÝZA EROZNÍCH A ODTOKOVÝCH POMĚRŮ PRO
POTŘEBY POZEMKOVÝCH ÚPRAV V K.Ú LIDEROVICE**

THE EROSION AND RUNOFF ANALYSIS FOR LAND CONSOLIDATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Benáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jiří Benáček
Název	Analýza erozních a odtokových poměrů pro potřeby pozemkových úprav v k.ú Liderovice
Vedoucí práce	prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M , - Mezera J, Střítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997
5. Manuál-USLE2D,- <http://geo.kuleuven.be/geography/modelling/erosion/usle2d/index.htm>

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

S využitím DMT a příslušných vrstev GIS podkladů v daném území proveďte analýzu erozních a odtokových poměrů v návaznosti na síť účelových komunikací a Územní systém ekologické stability.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo provést analýzu erozních a odtokových poměrů v k.ú. Liderovice. Určil jsem erozi pomocí Wismeierovy-Smithovy rovnice v prostředí Arcmap geografického informačního systému a pomocí 2D univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty vody v půdě. Na základě digitálního modelu terénu jsem zjistil akumulaci vody a v terénu jsem vytyčil kritické body. Dále jsem vypočítal odtokové poměry pomocí hydrologického modelu DesQ.

KLÍČOVÁ SLOVA

GIS

Povrchový odtok

CN

Eroze půdy

USLE 2D

DMT

DesQ

ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the erosion and runoff conditions in the cadastral area. Liderovice. I determined the erosion using the Wismeier-Smith equation in the Arcmap geographic information system and using the 2D universal equation to calculate long-term water loss in soil. Based on the digital terrain model, I found the accumulation of water and set the critical points in the field. Furthermore, I calculated the drainage conditions using the hydrological model DesQ.

KEYWORDS

GIS

Surface runoff

CN

Soil erosion

USLE 2D

DMT

DesQ

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jiří Benáček *Analýza erozních a odtokových poměrů pro potřeby pozemkových úprav v k.ú Lideřovice*. Brno, 2019. 32s., 4s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2019

Jiří Benáček

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu profesoru Dumbrovskému za inspiraci v tomto odvětví vodního hospodářství a samozřejmě za nesamozřejmou pomoc a ochotu při vytváření této práce.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
3	METODIKA VÝPOČTU	4
3.1	Metoda USLE	4
3.1.1	<i>R</i> – Faktor erozní účinnosti dešťů	4
3.1.2	<i>K</i> – Faktor erodovatelnosti půdy	5
3.1.3	<i>L</i> – Faktor délky	5
3.1.4	<i>S</i> – Faktor sklonu svahu	6
3.1.5	<i>C</i> – Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu	6
3.1.6	<i>P</i> – Faktor účinnosti protierozních opatření	7
3.2	Metoda CN křivek	7
3.2.1	Návrhový déšť	8
3.3	Model DesQ	9
4	ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	10
4.1	Klimatické poměry	10
4.2	Srážkové poměry	10
4.3	Teplotní poměry	10
4.4	Větrné poměry	11
4.5	Vlhkostní poměry	11
4.6	Hydrologické poměry	11
4.6.1	Vodní toky	12
4.6.2	Rybníky a vodní nádrže	13
4.7	Geologické a půdní poměry	14
4.7.1	Geomorfologické poměry	15
4.7.2	Pedologické poměry	16
4.7.3	Hydropedologické poměry	18
4.8	Vodní eroze	20
4.9	Kritické body	21

5	ZÁVĚR.....	25
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	26
	SEZNAM TABULEK	28
	SEZNAM OBRÁZKŮ	29
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	30
	SEZNAM PŘÍLOH	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
5.	SUMMARY	31

1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci se zaměřuji na analýzu erozních a odtokových poměrů v katastrálním území Liderovice, v jižních Čechách nedaleko města Tábor. Vzniká jako rozšíření analýzy k pozemkovým úpravám, na které jsem se podílel a kterou tímto odborně rozvíjím.

Eroze půdy je problémem nejen ekonomickým, v podobě snižování úrodnosti a s tím souvisejícími zemědělskými výnosy, ale také v podobě ztráty nejúrodnější svrchní části půdy, což je problémem i společenským, ekologickým a hydrologickým.

Hlavním důvodem, proč byly pozemkové úpravy v Liderovicích spuštěny, je kromě nového uspořádání pozemků a jejich zpřístupnění, se také zabývá problémem většího územního celku, kterým je povodí nádrže Jordán s hustou říční sítí a mnoha rybníky, v jejichž bezprostřední blízkosti se nalézají orná půda. Při přívalových deštích dochází na těchto hranicích k erozním smyvům, které zanášejí celou rybníční soustavu. Mezi lety 2011 a 2014 byl Jordán za značných finančních nákladů (466 mil. Kč [8]) odbahněn a pod vedením Ing. Jany Podhrázké byla vypracována studie protierozní a protipovodňové ochrany.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Komplexní pozemkové úpravy (dále jen KPÚ) mají za cíl nové prostorové a funkční uspořádání, zabezpečení přístupnosti pozemků a celých částí území – lesy, nivy,... Dále věnují uspořádání hranic pozemků tak, aby se na nich dalo afektivně hospodařit, a zároveň aby byla zajištěna stabilita životního prostředí, byly nastaveny podmínky pro jeho zlepšování a aby zůstal zachován funkční vodní režim v krajině. [6]

Legislativa pro pozemkové úpravy byla nastavena v roce 1991 s myšlenkou vytvářet podmínky pro uspořádání vlastnických vztahů k lesní a zemědělské půdě, se zachováním lidské činnosti v krajině a s ohledem na krajinu a její potřeby. V rámci této činnosti vznikají i společná zařízení jako jsou polní cesty, vodní nádrže, revitalizace potoků, ochrana zastavěného území proti přívalovým vodám, krajinná zeleň a opatření proti erozi. [5]

Cíle pozemkových úprav jsou: [6]

- řešení zemědělského dopravního systému, tj. zpřístupnění pozemkových tratí i jednotlivých pozemků, zvýšení prostupnosti krajiny a zajištění návaznosti na sousední k. ú.
- zpomalení nebo potlačení degradačního procesu na zemědělské půdě, především minimalizace škod způsobovaných vodní a větrnou erozí, ochrana a zúrodnění půdního fondu, požadované snížení smyvu půdy, snížení maximálních průtoků a nezbytná ochrana vodních zdrojů, koryt vodních toků, vodních nádrží a zastavěných částí obce
- zlepšení vodního režimu včetně kvality povrchových a podzemních vod, řešení vodohospodářských poměrů vč. protipovodňové ochrany a ochrany vodních zdrojů
- zajištění ekologické rovnováhy přírodního prostředí tj. řešení ÚSES na úrovni plánu, řešení tvorby a ochrany krajinného rázu, podpory biodiverzity krajiny, udržení estetických hodnot, obnovy tradičních a kulturních hodnot území

Výsledkem pozemkových úprav je obnovený digitální katastrální operát a schválený plán společných zařízení. [5]

V našich klimatických podmínkách je půda rozrušována především vodní a větrnou erozí. Jde o přírodní proces, který po miliony let utváří krajinu a její ráz.

Vodní eroze se projevuje vyplavováním drobných částech z povrchu půdy, které byly následkem intenzivní příválové srážky uvolněny.

Tento typ eroze má řadu negativních projevů, mezi které patří odplavování nejúrodnější části půdního profilu a následné ukládání na níže položených místech. Jejimi důsledky jsou také škody na majetku či zanášení vodních toků a nádrží. Doprovodným negativním jevem je eutrofizace povrchových vod, způsobená nadměrným množstvím splavených živin ze zemědělské půdy. [5]

Na území České republiky je přibližně 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou erozí. Na většině takto ohrožených půd není prováděna žádná systematická ochrana, která by chránila půdu před její degradací a zabraňovala snižování mocnosti půdního profilu.

Na území české republiky je přibližně 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10% větrnou erozí. Pro většinu půd ovlivněných některým s typů eroze nedochází k systematické ochraně pomocí, které by bránily její degradaci a tak zabraňovaly snižování mocnosti původního profilu. [1]

Erozní ohroženost v České republice se počítá pomocí tzv. „*Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE*“ dle Wichmeiera a Smithe. Tato rovnice popisuje empirický vztah vycházející z přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku o standardní délce 22,13 m a o sklonu 9 %. Problémem této metody je, že neumí řešit skutečný transport sedimentů, a proto se s postupným vývojem výpočetní techniky začalo využívat různých matematických a fyzikálních modelů. Tyto modely jsou přesnější, podrobnější, umožňují kalibraci. Zaměřují se především na určení transportu splavenin. S rostoucí složitostí programů jsou také kladeny větší požadavky na kvalitu rostou i požadavky na kvalitu vstupních digitálních dat. [1]

3 METODIKA VÝPOČTU

3.1 METODA USLE

Pro určení ohrožení zemědělské půdy vodní erozí a k posouzení PEO se používá tzv. „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE“ dle Wischmeiera a Smithe (1978). U nás i ve světě patří k nejpoužívanější empirickým metodám. [1]

Rovnice USLE je následující:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (3.1)$$

Kde:

- G průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]
- R faktor erozní účinnosti dešťů je stanoven na základě kinetické energie, úhrnu a intenzitě erozně nebezpečných dešťů
- K faktor erodovatelnosti půdy
- L faktor délky svahu
- S faktor sklonu svahu
- C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
- P faktor účinnosti protierozních opatření

Vypočtené hodnoty vyjadřují dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a množství půdy, které se uvolnilo vodní erozí. Nezahrnují však její následné ukládání na níže položených částech pozemku. [1]

3.1.1 R – Faktor erozní účinnosti dešťů

Tento faktor je závislý na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přivalových dešťů, které se v daném roce vyskytly,

přičemž deště s úhrnem menším jak 12,5 mm se neuvažují, pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm. [1]

S ohledem na problémy metodického a podkladového charakteru, které stanovení tohoto faktoru provázejí, není výhodné regionalizovat faktor R pro jednotlivé části České republiky. Uvažuje se proto průměrná hodnota $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. [1]

Tato hodnota byla uvažována i při výpočtech v této práci.

3.1.2 K – Faktor erodovatelnosti půdy

Faktor erodovatelnosti vyjadřuje náchylnost půdy k erozi. V USLE je tento faktor definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřena v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R . [1]

Možnosti stanovení:

1. Podle vztahu odvozeného pro faktor K
2. Podle nomogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu
3. Přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd nebo podle půdních typů, subtypů a variet Taxonomického klasifikačního systému půd ČR.

Při výpočtech v této publikaci je K – faktor stanoven dle HPJ.

3.1.3 L – Faktor délky

Intenzita erozního smyvu roste se zvětšující se délkou svahu. [1]

$$L = (l/22,13)^m \quad (3.2)$$

Kde: 22,13 délka standardního pozemku

/ horizontální projekce délky svahu, musí jít o nepřerušenu délku svahu

m exponent sklonu svahu v závislosti na sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k erozi plošné

3.1.4 S – Faktor sklonu svahu

Se vzrůstajícím sklonem roste i erozní účinek. Faktor S se vypočítá pomocí vztahu [1]:

$$S = 10,8 \sin \theta + 0,03 \quad \text{pro sklon} < 9 \% \quad (3.3)$$

$$S = 16,8 \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} \geq 9 \% \quad (3.4)$$

Kde θ je úhel sklonu svahu v radiánech.

Pro svahy nepravidelného sklonu lze faktor S získat rozdělením svahu na 10 částí a dosazením sklonů jednotlivých úseků do vztahu:

$$S = 0,03S_1 + 0,06S_2 + 0,07S_3 + 0,09S_4 + 0,10S_5 + 0,11S_6 + 0,12S_7 + 0,13S_8 + 0,14S_9 + 0,15S_{10} \quad (3.5)$$

Kde:

S_i jeden z 10 částí svahu

3.1.5 C – Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

Vliv tohoto faktoru na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek, a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost včetně omezení možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem. [1]

Ochranný faktor lze stanovit dle:

- způsobu obdělávání – záleží na struktuře pěstovaných plodin, jejich střídání a na pěstovaných plodinách v meziobdobí.
- konkrétní plodiny – pro jednotlivé druhy plodin jsou přiřazeny hodnoty C .
- klimatického regionu – jedná se o první číslo z BPEJ [7].

C – faktor byl stanoven dle klimatického regionu. Kód klimatického regionu pro Liderovice je 7 a $C=0,204$.

Tabulka 1: C – faktor pro klimatické regiony [1]

Klimatický region	Hodnoty faktoru C
	orná půda
0	0,291
1	0,278
2	0,266
3	0,254
4	0,241
5	0,229
6	0,216
7	0,204
8	0,192
9	0,179

3.1.6 P – Faktor účinnosti protierozních opatření

V případě, že na řešeném území nejsou žádná protierozní opatření, má P – faktor plnou hodnotu $P = 1$. [1]

3.2 METODA CN KŘIVEK

Tato metoda řeší problematiku přímého odtoku vody z významných dešťů na povodí bez limnigrafického měření (Curve Number Method = CN). Byla vyvinuta americkou Službou ochrany půd (U. S. Soil Conservation Service) a v současnosti je používána v mnoha zemích světa, včetně České republiky. [1]

Pro svou jednoduchost a dostupnost vstupních údajů je velice oblíbená. Jednoduchost této metody spočívá v reakci odtoku z přívalového deště na čtyři snadno pochopitelné vlastnosti povodí: půdní hydrologické charakteristiky, využití a obhospodařování půdy, vlastnosti povrchu a předchozí nasycenost povodí. Metoda je doporučována zejména pro malá povodí do plochy cca 10 km². [1]

Metoda CN je modelem infiltrační ztráty a původně byla vytvořena jako celkový časoprostorový model pro převod výšky přívalových srážek na objem přímého odtoku. Nedostatkem je, že nepopisuje prostorové a časové variability a její použitelnost je omezena na modelování ztrát při přívalových deštích. [1]

Princip metody je založen na hypotéze lineárního vztahu v poměru skutečného a maximálně možného (potenciálního) rozdílu výšky srážek H_s a výšky přímého odtoku z ní H_o a poměru hodnot ke srážce:

$$H_o = \frac{(H_s - 0,2 \cdot A)^2}{H_s + 0,8 \cdot A} \text{ [mm]}; \text{ pro } H_s > 0,2 + A \quad (3.6)$$

Kde

H_s	intenzita srážky [mm]
H_o	intenzita přímého odtoku [mm]
A	potenciální retence aktivní zóny povodí [mm] vyjádřená pomocí CN křivek.

$$A = 25,4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (3.7)$$

Objem přímého odtoku je dán vztahem.

$$O_{ph} = 1000 * P_p * H_o \text{ [m}^3\text{]} \quad (3.8)$$

Kde

P_p	plocha povodí [km ²]
-------	----------------------------------

3.2.1 Návrhový déšť

Návrhový déšť lze získat z ČHMU. Pro základní stanovení lze použít hodnotu úhrnů maximálních 24-hodinových srážek s návrhovou četností výskytu z nejbližší měřicí stanice.

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- Hydrologických vlastností půd, které jsou rozděleny do 4 skupin A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu a po dlouhodobém sycení.
- Vlhkosti půdy určované na základě 5-denního úhrnu předcházejících srážek, respektive indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kde IPS I odpovídá takovému minimálnímu

obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu a obdělávání, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. Pro návrhové účely se uvažuje IPS II.

c) Využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření.

3.3 MODEL DESQ

Model DesQ se používá pro výpočet maximálních a návrhových průtoků ve stanovených kritických profilech malých povodí na základě údajů o přívalových deštích, jejich intenzitě a době trvání. Výsledkem jsou údaje potřebné pro dimenzování protipovodňových opatření.

Pomocí tohoto modelu se v nepozorovaných profilech povodí stanovují:

- maximální N-letý průtok, způsobený deštěm kritické doby trvání
- maximální N-letý průtok, způsobený deštěm navrhnuté doby trvání a náležící náhradní intenzity
- maximální průtok, vyvolaný deštěm navrhnuté doby trvání a intenzity
- N-letý objem a tvar povodňové vlny, vyvolaný maximálním N-letým jednodenním srážkovým úhrnem
- vliv agrotechnických a technických opatření v povodí na maximální průtok
- velikost objemu a tvar povodňové vlny

4 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

4.1 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území leží v klimatickém regionu 7: mírně teplý, vlhký – MT 4:

Z klimatických regionů je plošně nejrozšířenější. Zaujímá všechny části pahorkatin.

Tabulka 2: Charakteristika klimatického regionu

Charakteristika 2. klimatického regionu T 2	
Suma teplot nad 10°C	2 200 – 2 400
Průměrná roční teplota °C	6 – 7
Průměrný úhrn srážek (mm)	650 – 750
Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	5 – 15
Vláhová jistota ve vegetačním období	nad 10

4.2 SRÁŽKOVÉ POMĚRY

V následujících tabulkách jsou uvedeny údaje o průměrných úhrnech srážek v jednotlivých měsících, za rok a vegetační období, a o průměrných počtech dnů s bouřkou v jednotlivých měsících a za rok. Údaje byly převzaty z Atlasu podnebí ČSSR.

Tabulka 3: Průměrné měsíční srážky

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok	IV-IX
Úhrn	32,5	30,7	34,4	41,4	66,9	79,3	68,4	72,7	45,6	35,2	36,2	35,4	578,8	374,3

4.3 TEPLOTNÍ POMĚRY

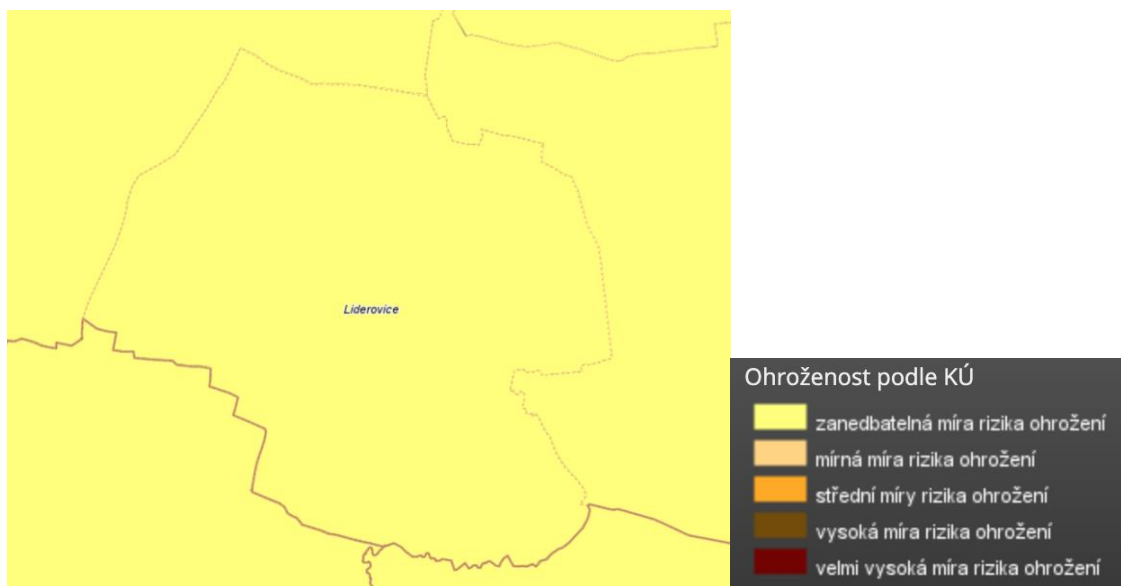
V následujících tabulkách jsou uvedeny údaje o průměrných teplotách vzduchu v jednotlivých měsících, za rok a vegetační období. Údaje byly převzaty z Atlasu podnebí ČSSR.

Tabulka 4: Průměrné měsíční teploty

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok	IV-IX
Teplota	-2,8	-1,1	2,6	7,4	12,6	15,8	17,3	16,6	12,9	7,9	2,7	-1,0	7,6	13,8

4.4 VĚTRNÉ POMĚRY

Podle dostupných dat z VUMOP (výzkupný ústav meliorací a ochrany půdy) není katastrální území Lidérovic ani blízké okolí ohroženo větrnou erozí, proto nejsou prováděny ani žádné podrobnější ověření.



Obrázek 1: Ohrožení větrnou erozí dle katastrálního území (zdroj: <https://geoportal.vumop.cz/>)

4.5 VLHKOSTNÍ POMĚRY

Klasifikace podnebí podle Langova dešťového faktoru

Langův dešťový faktor – $Df = S / t = 578,8 / 7,6 = 76,16$

(S – průměrný úhrn ročních srážek (mm), t – průměrná roční teplota vzduchu °C)

Klasifikace oblasti dle Langova dešťového faktoru: oblast normální ($Df = 70-80$).

4.6 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území se svým okolím patří do oblasti povodí 3. řádu Lužnice. Tato oblast je dílčím povodím hydrologického povodí Vltavy, tvoří národní částí mezinárodní oblasti povodí Labe.

Nejvyšším bodem povodí Lužnice je s nadmořskou výškou 1040 m Myslivna v Novohradských horách. Rozloha povodí je 4226,2 km², z čehož 3517,3 km² se nachází na

území Česka a 708,9 km² na území Rakouska. Řešené území se nachází v následujících hydrologických povodích 4.řádu:

Tabulka 5: - Přehled dílčích povodí v k.ú.

Dílčí povodí	Plocha dílčího povodí	Název hlavního vodního toku v dílčím povodí	Lokalizace v zájmovém území
1-07-04-0710	8,31 km ²	Košínský potok	Východní část zájmové oblasti
1-07-04-0720	7,97 km ²	Kostelecký potok	Prochází přes celé zájmové území ze severozápadní do jihovýchodní části

4.6.1 Vodní toky

V zájmovém území se nachází drobný vodní tok Kostelecký potok (1-07-04-0720-0-00). Plocha dílčího povodí je 7,97 km². Jedná se o pravobřežní přítok Košínského potoka. Správcem toku je Povodí Vltavy. V zájmovém území protéká vodními nádržemi: Návesný rybník, Liderovický rybník, Košín III a Košín II.

Východně od obce se nachází další významný tok Košínský potok (1-07-04-0710-0-00).

Plocha dílčího povodí je 8,31 km². Celková délka toku je 22,2 km. Pramení v jižních Čechách, necelý kilometr západně od Bonkovic. Košínský potok v téká do Lužnice z její pravé strany. Průměrný průtok u ústí je 0,42 m³/s. Správcem toku je Povodí Vltavy.

Tabulka 6: Přehled vodních toků v zájmovém území [14]

Název toku	ID toku	Délka toku m	povodí IV. řádu
Kostelecký p.	118920000100	4 276	1-07-04-072
Košínský p.	118870000100	4 890	1-07-04-071
Radkovský p.	118920001200	3 018	1-07-04-072
Bezejmenný potok 1	118910002000	1 186	1-07-04-071
Bezejmenný potok 2	118910001600	1 226	1-07-04-071
Bezejmenný potok 3	118910001400	1 197	1-07-04-071

4.6.2 Rybníky a vodní nádrže

V současné době se v katastrálním území Liderovice nachází kaskáda vodních nádrží zvaná Liderovická soustava. Její využití je převážně rybochovné. Protéká jí Kostelecký potok a jeho pravostranný přítok Radkovský potok. Soustava se skládá z: Záchytný rybník, Podlesek, Podedvorný rybník, Návesný rybník, Liderovický rybník, Košín III a Košín II. U Košína II a III převažuje funkce rybochovná nad vodárenskou, přesto např. Košín II slouží k zásobování továrny Elektroisola Tábor vodou. Konstrukce košínské kaskády obsahuje obtokový kanál, který je schopen převést velké vody z Liderovického rybníka mimo Košín II a III přímo do Košína I (mimo zájmové území). Pod nádrží Košín II ústí Kostelecký potok do Košínského potoka, na kterém leží další významná vodní díla.

Tabulka 7: Přehled nádrží v zájmovém území [14]

Název nádrže	Plocha m ²
Košín I	198 267
Košín II	11 739
Košín III	11 911
Liderovický ryb.	15 426
Návesný ryb.	16 905
Podedvorný ryb.	11 804
Podlesník	9 124
Záchytný ryb.	11 986
Bezejmenný ryb. 1	5 086
Bezejmenný ryb. 2	2 938
Bezejmenný ryb. 3	4 822

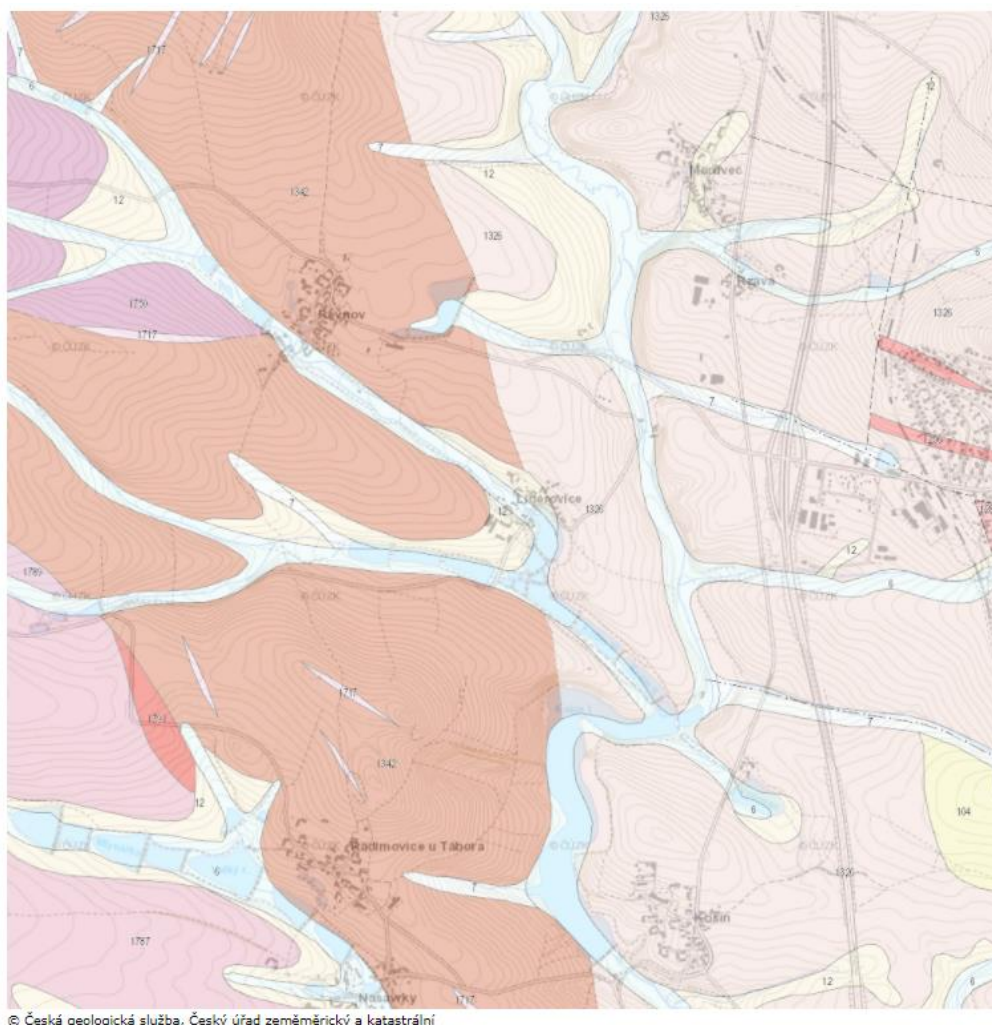


Obrázek 2: Hydrologické poměry v KÚ Liderovice

4.7 GEOLOGICKÉ A PŮDNÍ POMĚRY

Geologické poměry

Geologické podloží řešeného území je tvořeno horninami moldanubika. Jedná se převážně o pararuly a migmatity. V okolí vodních toků se vyskytují kvarterní svahové a říční sedimenty.



Obrázek 3: Přehled místní geologie

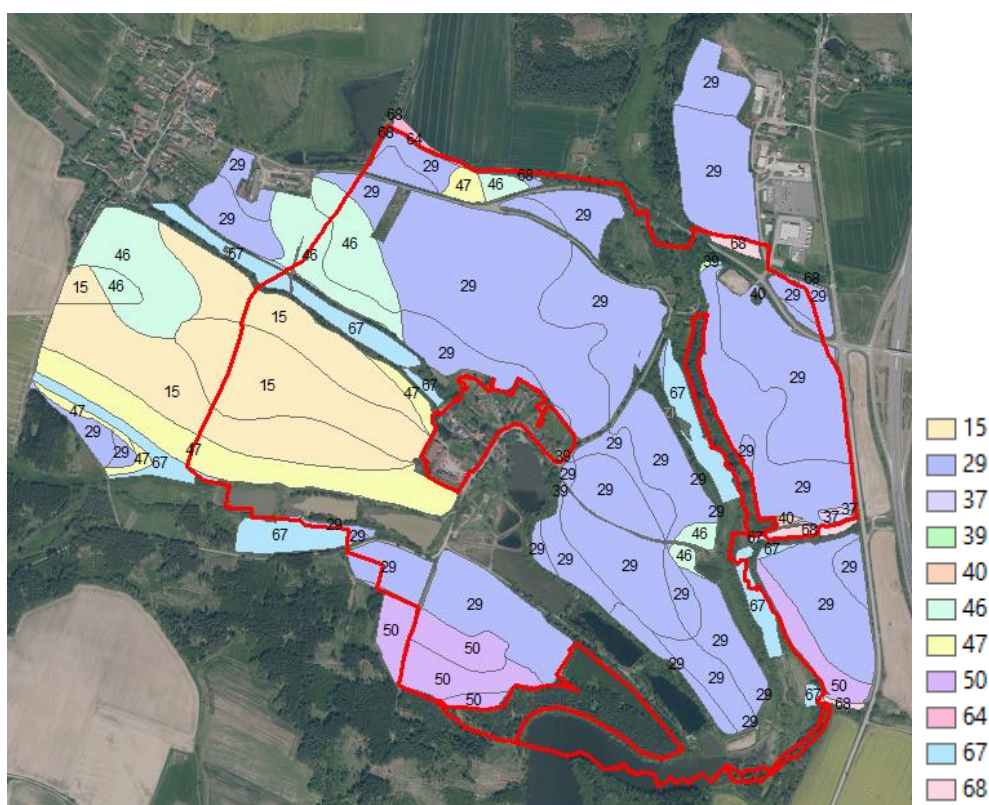
4.7.1 Geomorfologické poměry

Dle geomorfologického členění náleží zájmové území do subprovincie oblasti Česko-Moravská, oblasti Středočeská pahorkatina, celek Táborská vrchovina, podcelku Soběslavská pahorkatina, okrsku Sezimovoústecká pahorkatina.

Převažuje členitá pahorkatina s často dlouhými a místy příkrými svahy. Svahy při rozvodí se sbíhají do středových údolí s toky a soustavami rybníků, která jsou často velmi výrazná.

4.7.2 Pedologické poměry

Na minerálně relativně chudých horninách se vyvíjely zejména půdy hnědé (kambizemě), na příznivějších stanovištích hnědozemě. Vzhledem k vyšším srážkovým úhrnům a s tím souvisejícím promyvným režimem jsou na některých místech půdy více či méně illimerizované, čteně se vyskytují oglejené formy a pseudogleje. Místy se vyskytují půdy mělké a nevyvinuté. V údolních nivách, svahových prameništích a výrazných terénních depresích se vyvinuly půdy hydromorfní – různé subtypy glejí.



Obrázek 4: Rozložení půd dle HPJ

Zastoupení jednotlivých HPJ [9]

HPJ 15 - Luvizemě modální a hnědozemě luvické, včetně oglejených variet na svahových hlínách s eolickou příměsí, středně těžké až těžké, až středně skeletovité, vláhově příznivé pouze s krátkodobým převlhčením

HPJ 29 - Kambizemě modální eubazické až mezobazické včetně slabě oglejených variet, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry

HPJ 37 - Kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podorníci od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách

HPJ 39 - Litozemě modální na substrátech bez rozlišení, s mělkým drnovým horizontem s výchozy pevných hornin, zpravidla 10 až 15 cm mocným, s nepříznivými vláhovými poměry

HPJ 40 - Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici

HPJ 46 - Hnědozemě luvické oglejené, luvizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší, bez skeletu až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

HPJ 47 - Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

HPJ 50 - Kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách (které nejsou v HPJ 48,49), středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření

HPJ 64 - Gleje modální, stagnogleje modální a gleje fluvické na svahových hlínách, nivních uloženinách, jílovitých a slinitých materiálech, zkulturněné, s upraveným vodním režimem, středně těžké až velmi těžké, bez skeletu nebo slabě skeletovité

HPJ 67 - Gleje modální na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, středně těžké až těžké, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, zaplavované, těžko odvodnitelné

HPJ 68 - Gleje modální i modální zrašelinělé, gleje histické, černice glejové zrašelinělé na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymežitelné, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim

Tabulka 8: Struktura půdního fondu [10]

Celková výměra k.ú. Liderovice	185,12 ha
celková výměra zemědělské půdy	143,18 ha
orná půda	118,92 ha

zahrada	29,94 ha
trvalý travní prost	18,25 ha
lesní porost	9,28 ha
vodní plocha	12,76 ha
chmelnice, vinice a sady	3,02 ha
zastavěná plocha a ostatní plocha	19,90 ha

Zemědělské využití území

Dle rajonizace z roku 1989 je řešené území zařazeno k výrobní oblasti obilnářsko-bramborářské a řadí se k přirozené zemědělské oblasti Českomoravská vysočina.

Území se nachází na rozmezí podoblastí B2 a B3 - území s vysokým stupněm zornění, s velmi dobrými pěstitelskými předpoklady pro pěstování obilovin, krmných plodin, luskovin a řepky olejné.

Hlavními pěstovanými plodinami jsou:

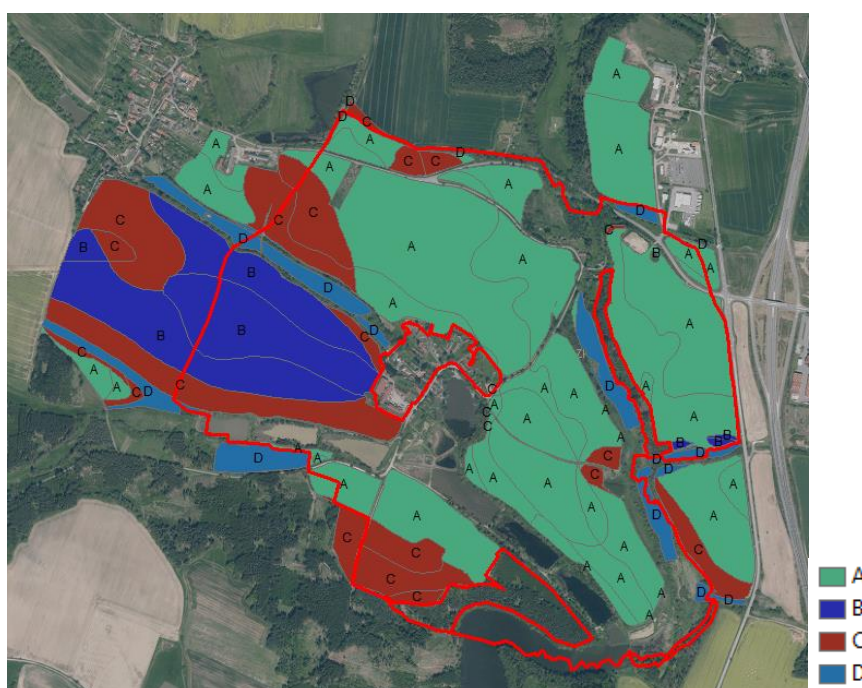
Brambory, pšenice obecná a špalda, ječmen potravinářský a krmný, žito, oves, triticales, řepka olejka, mák, len, hořčice bílá, lnička jarní, jetel luční, pohanka.

4.7.3 Hydropedologické poměry

Lehčí propustné rulové substráty odvádí přebytek srážkových vod podpovrchovým odtokem do depresních poloh, svahovinové pokryvy tuto vodu z větší části zadržují a jen malá část je při intenzivnějších srážkách odváděna povrchovým odtokem rovněž do depresních poloh a vodotečí. O intenzitě povrchového odtoku zde rozhoduje především propustnost zemin, úprava povrchu půdy a její vegetační kryt. V depresních polohách, ve kterých se přebytečná srážková voda po delší dobu či trvale shromažďuje v půdním profilu, podmiňuje vývoj glejových půd. Značná část poměrně nejlepších půd na smíšených svahovinách trpí v důsledku vyšší kapilarity a vododržnosti uložených zemin, nepříznivým vodním režimem.

Tabulka 9: Hydrologické skupiny půd

Hydrologická Skupina	Charakteristika hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné pisky nebo štěrky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíl s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.



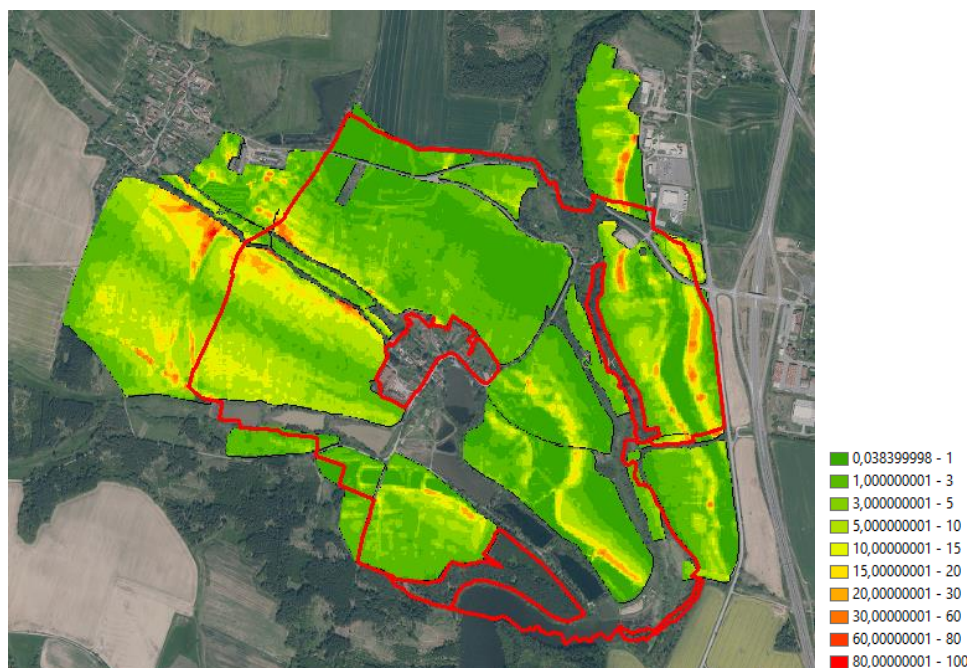
Obrázek 5: Rozložení hydrologických skupin půd

4.8 VODNÍ EROZE

Pomocí rovnice USLE byl stanoven erozní smyv z jednotlivých erozních ploch (EP). Určili jsme, že na některých místech došlo překročení hodnoty $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Plochy, které překročili přípustnou hodnotu nenabývají extrémních hodnot v porovnání s jinými částmi české republiky. Co se však jeví jako nezanedbatelné riziko je, že nejvíce erodovaná místa se nacházejí blízko vodotečí a hrozí vysoké riziko zanášení rybniční soustavy.

Tabulka 10: Erozní smyv na jednotlivých EP

Ozn. EP	Ø smyv	Celkový smyv
	[t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	
0	2,98	10 872,04
1	2,49	1 249,20
2	4,95	16 704,83
3	2,21	1 832,52
4	0,82	1 284,01
5	2,85	1 871,13
6	5,61	3 019,90
7	2,78	10 386,24
8	3,47	20 844,32
9	7,71	152 173,09
10	1,77	1 781,25
11	2,82	2 851,06
12	8,79	5 387,85
13	6,80	727,76
14	3,75	16 840,45
15	2,56	39 998,25
16	1,81	2 667,28
17	5,81	40 822,75

Obrázek 6: Erozní smyv [t.ha⁻¹.rok⁻¹] [8]

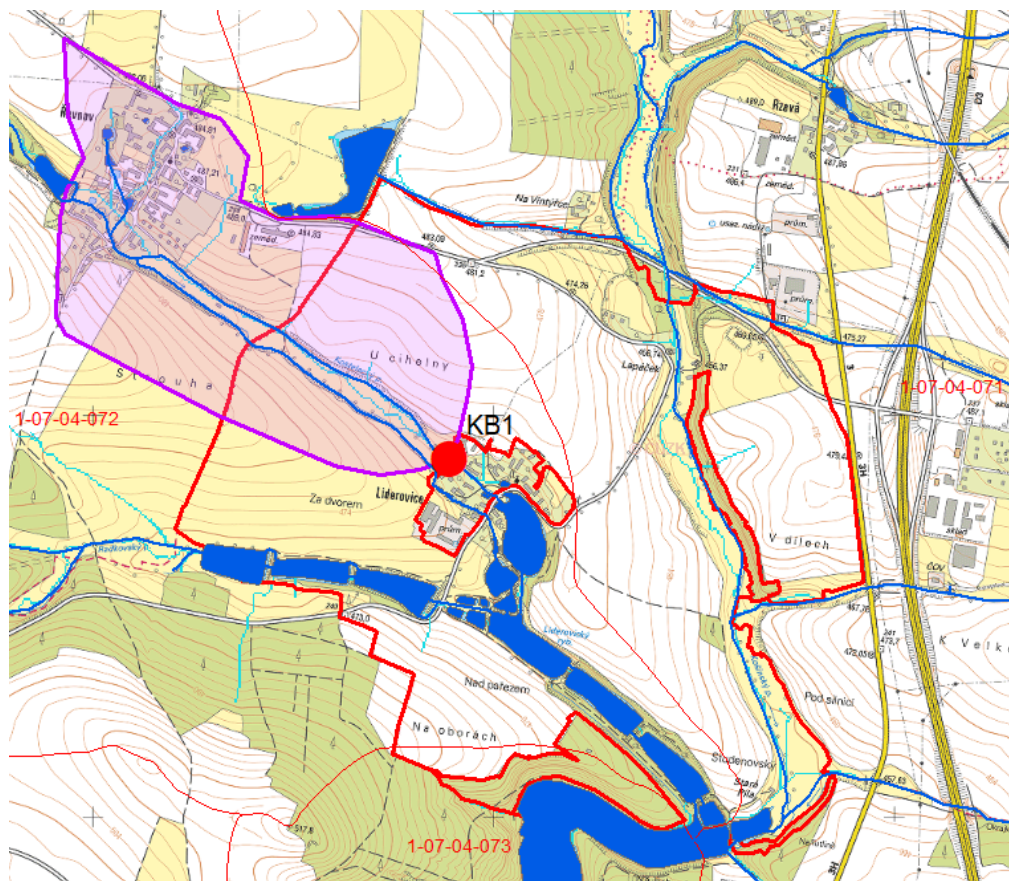
4.9 KRITICKÉ BODY

Z hydrologicky korektního digitálního modelu terénu (DMT) vytvořeného interpolační metodou na základě výškopisu je odvozena mapa směrů odtoku (funkce flow direction), tj. mapa směru největšího spádu každé buňky gridu k sousední níže položené buňce. Na základě analýzy směrů odtoku se následně provede pomocí hydrologické nadstavby GIS (funkce flow accumulation) generování akumulace odtoku a následné odvození hydrografické mikrosítě drah soustředěného povrchového odtoku v závislosti na velikosti přispívající plochy 0,3 km².

V místech, kde vygenerované linie drah soustředěného odtoku vnikají do zastavěné části obcí, se stanoví tzv. kritické body - kritické body.

V rámci šetření byl nalezen jeden kritický bod a pro něj bylo stanoveno povodí zasahující velkou měrou mimo katastrální území obce Liderovice. Povodí kritického bodu se nalézá severozápadním směrem od obce.

K identifikovanému profilu byly provedeny výpočty základních hodnot přímého odtoku s využitím modelu DesQ. Provedené výpočty poskytly hodnoty kulminačního průtoku a objemu přímého odtoku. 1 – denní srážkový úhrn byl převzat ze stanice v Táboře.



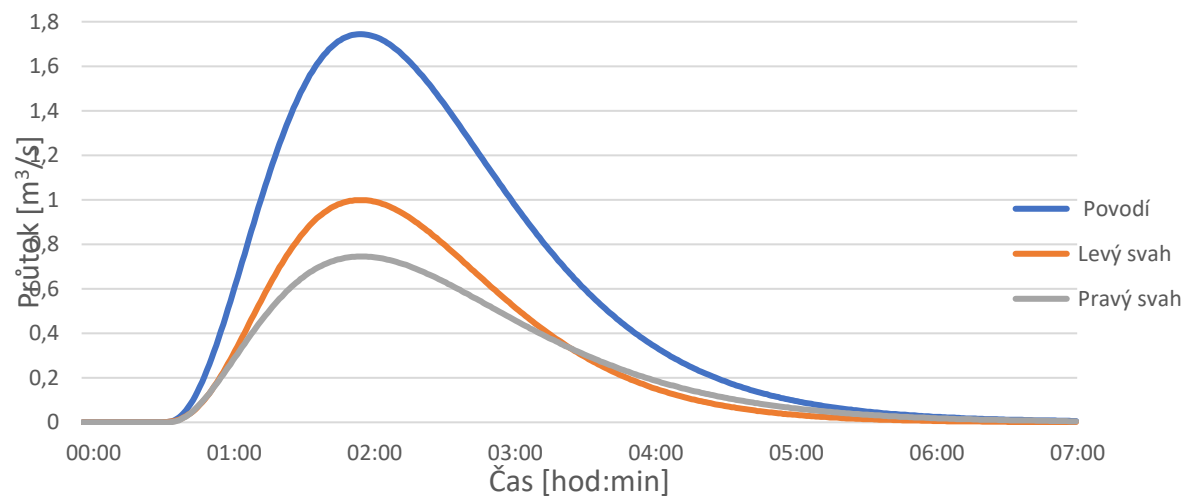
Obrázek 7: Hydrografická síť, akumulace a vyznačený kritický bod

Tabulka 11: Vstupní parametry pro KB1

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0,63			[km ²]
F _s	plocha svahu		0,31	0,32	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		4,3	4,4	[%]
γ	drsnostní charakteristika		6,77	6,17	[sec]
L _u	délka údolnice	1,39			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	1,62			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		76	73	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	44,1			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	50,7			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	57,6			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	66,1			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	72,7			[mm]

Tabulka 12: Odtokové poměry pro povodí KB1

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
Q _N	0,49	0,717	0,994	1,4	1,74	[m ³ .s ⁻¹]
W _{PVT}	5,14	6,22	7,33	8,65	9,7	[10 ³ .m ³]
W _{PVT,1d}	9,07	10,7	11,8	12,7	13,6	[10 ³ .m ³]

**Obrázek 8:** Hydrogram 100leté povodně pro KB1

5 ZÁVĚR

Ve své práci se mi podařilo sesumírovat informace o zadaném kú. Ověřil jsem, že v rámci plánu společných zařízení, který v praxi navazuje na analýzu, bude potřeba uvažovat i o opatřeních v oblasti ochrany půdy proti vodní erozi a ochraně obce proti přívalovým srážkám. Dále bude potřeba vymyslet opatření zamezující vnikání splavenin do toků a blízkých vodních nádrží.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
- [2] HOLÝ, Miloš. *Eroze a životní prostředí*. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-01078-3.
- [3] NOVOTNÝ, Ivan. *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014. ISBN 978-80-87361-33-7.
- [4] *Atlas podnebí Československé republiky*. Praha, 1958.
- [5] *Pozemkové úpravy "krok za krokem"*. 2. aktualizované vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství, Odbor Řídící orgán PRV ve spolupráci s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Oddělením Pozemkové úpravy a využití krajiny, 2016. ISBN 978-80-7434-296-7.
- [6] Plán společných zařízení. *Geodezie* [online]. Dostupné z: <http://www.gb-geodezie.cz/index.php/poszemkove-upravy/plan-spolecnych-zarizeni/>
- [7] *EKatalog BPEJ* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz>
- [8] DUMBROVSKÝ, Miroslav. Geografické informační systémy: Modul CS02. Brno, 2009.
- [9] Základní charakteristiky BPEJ. *Půda v číslech* [online]. Dostupné z: <https://statistiky.vumop.cz/?core=popis>
- [10] BUZU, Dagmar. ÚZEMNÍ PLÁN CHOTOVINY návrh pro společné jednání: návrh pro společné jednání. Soběslav, 2018.
- [11] Geovědní a geologické mapy. *Geovědní a geologické mapy* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/dok/UCqYVkdG2r36LXVz>
- [12] Věra Horáková *Ochrana zastavěných území ohrožených přívalovými srážkami*. Brno, 2017. 74 s., 2 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
- [13] Plán společných zařízení. *Geodezie* [online]. Dostupné z: <http://www.gb-geodezie.cz/index.php/poszemkove-upravy/plan-spolecnych-zarizeni/>
- [14] O projektu DIBAVOD. *Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z:

http://www.dibavod.cz/?fbclid=IwAR1i_mZNagu2SVjohlwDDbzOT36jLgu2YbmJY3ncb3GEbYHCPZ6ys_ADhQE

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: C – faktor pro klimatické regiony [1].....	7
Tabulka 2: Charakteristika klimatického regionu	10
Tabulka 3: Průměrné měsíční srážky.....	10
Tabulka 4: Průměrné měsíční teploty.....	10
Tabulka 5: - Přehled dílčích povodí v k.ú.	12
Tabulka 6: Přehled vodních toků v zájmovém území	12
Tabulka 7: Přehled nadržů v zájmovém území.....	13
Tabulka 8: Struktura půdního fondu [10]	17
Tabulka 9: Hydrologické skupiny půd	19
Tabulka 10: Erozní smyv na jednotlivých EP	20
Tabulka 11: Vstupní parametry pro KB1	23
Tabulka 12: Odtokové poměry pro povodí KB1	23

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Ohrožení větrnou erozí dle katastrálního území (zdroj: https://geoportal.vumop.cz/)	11
Obrázek 2: Hydrologické poměry v KÚ Liderovice	14
Obrázek 3: Přehled místní geologie	15
Obrázek 4: Rozložení půd dle HPJ	16
Obrázek 5: Rozložení hydrologických skupin půd	19
Obrázek 6: Erozní smyv [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$] [8]	21
Obrázek 7: Hydrografická síť, akumulace a vyznačený kritický bod	22
Obrázek 8: Hydrogram 100leté povodně pro KB1	24

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CN	číslo odtokové křivky
DMT	digitální model terénu
GIS	geografický informační systém
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
LPIS	veřejný registr půd
PEO	protierozní opatření
TTP	trvalý travní porost
USLE	univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy
EP	erodované plochy
k. ú.	katastrální území
ÚSES	územní systém ekologické stability
ČHMÚ	český hydrometeorologický ústav

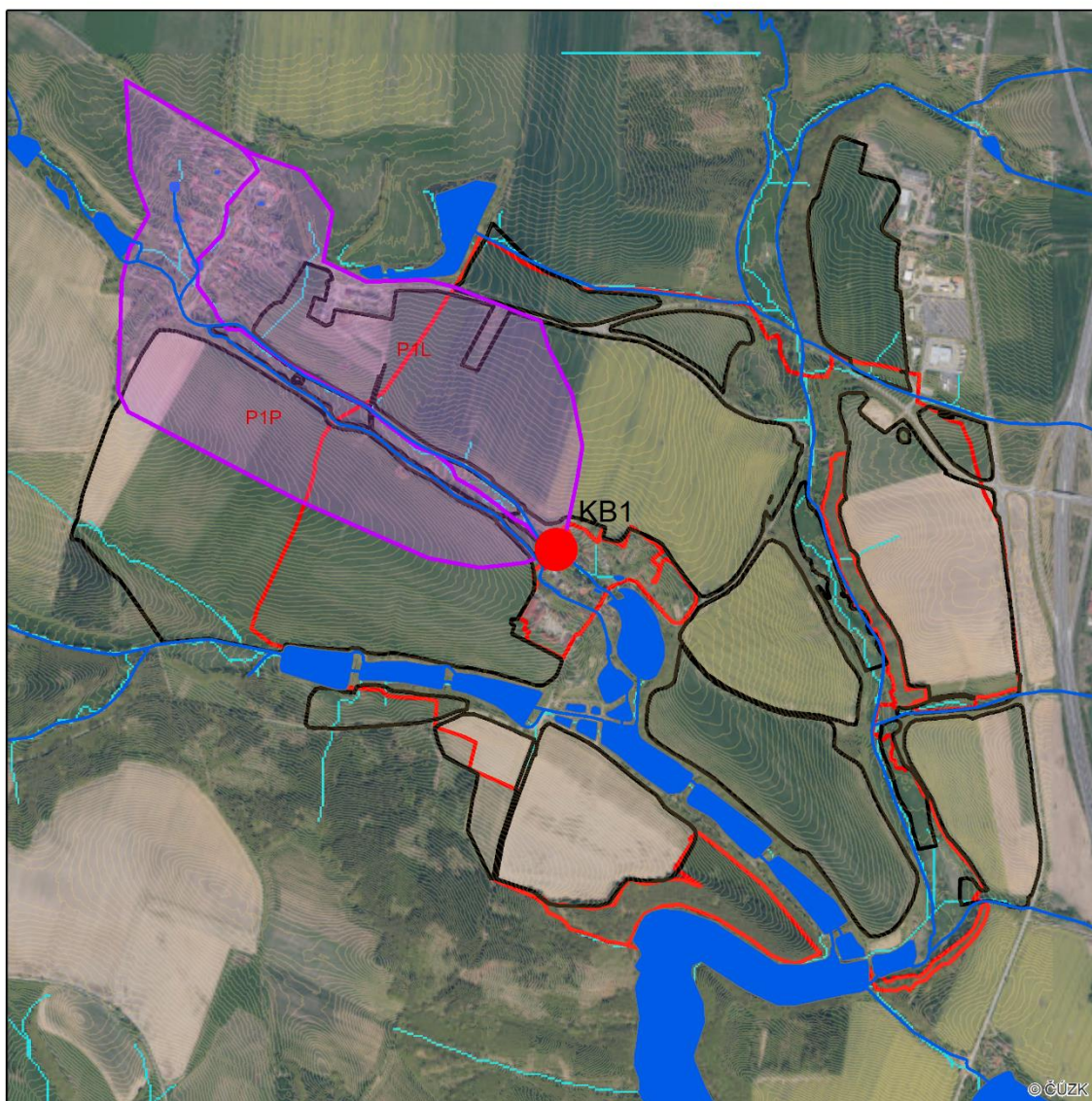
SUMMARY

In my work I managed to summarize information about the given cadastral territory. I verified that in the framework of the joint facility plan, which in practice follows the analysis, it will be necessary to consider measures in the area of soil protection against water erosion and protection of the village against torrential rain. Furthermore, it will be necessary to devise measures to prevent ingress of sediments into streams and nearby water reservoirs.

SEZNAM PŘÍLOH

1. Mapa hydrologických poměrů
2. Mapa reliéfu terénu
3. Mapa hlavních půdních jednotek
4. Mapa erozních poměrů

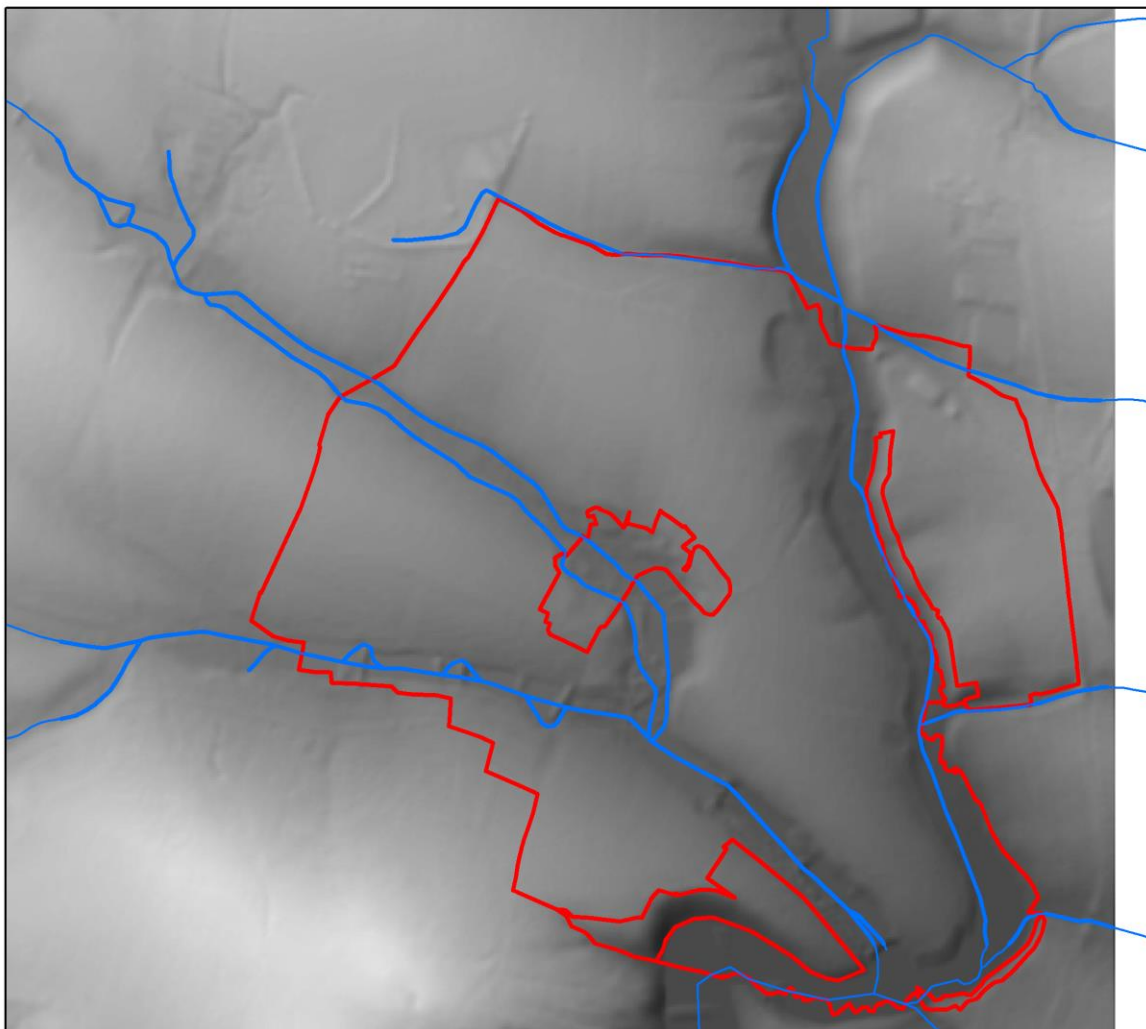
Mapa hydrologických poměrů



Legenda

-  Kritický bod
-  Toky
-  Povodí kritického bodu
-  Vodní nádrže
-  Solid, 0, 0
-  Akumulace soustředěného odtoku

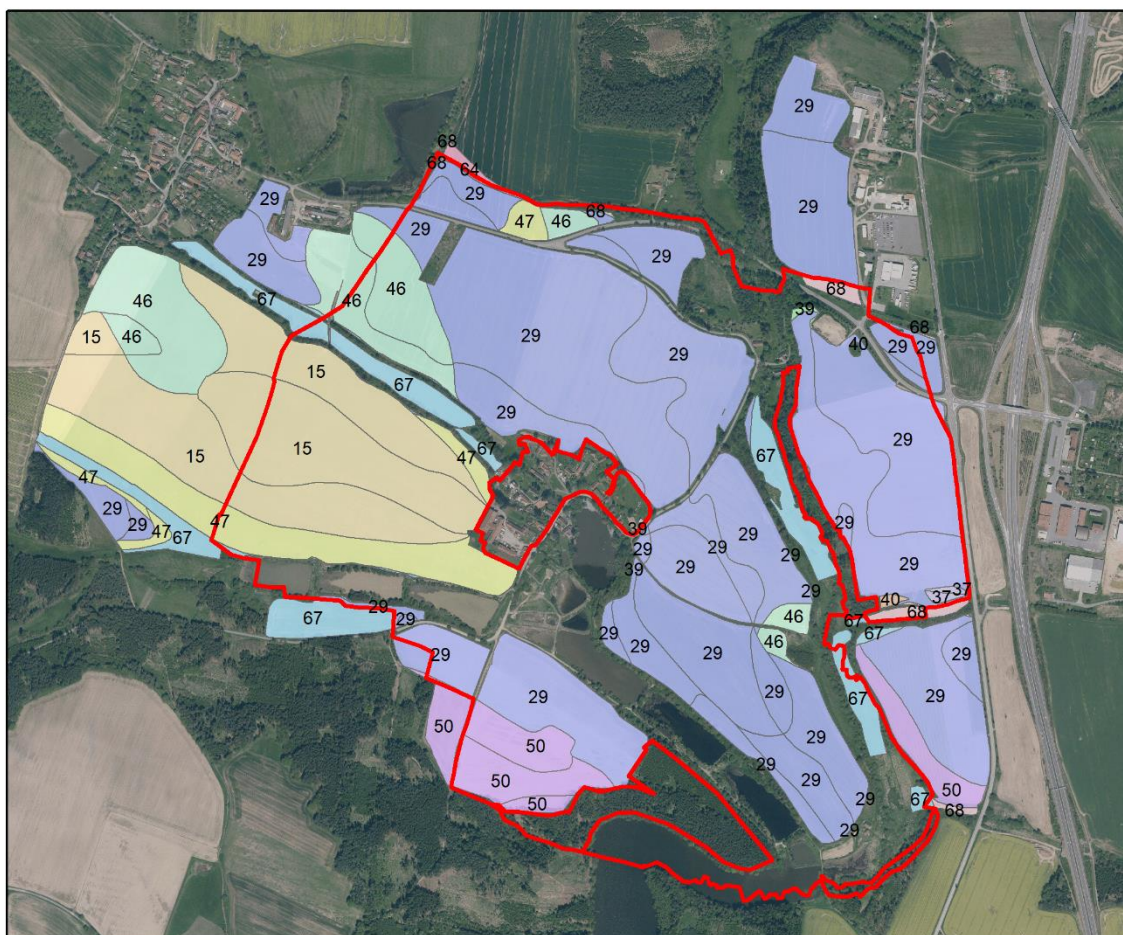
Mapa reliéfu terénu



Legenda

- Hranice PÚ
- Toky

Mapa hlavních půdních jednotek



Legenda

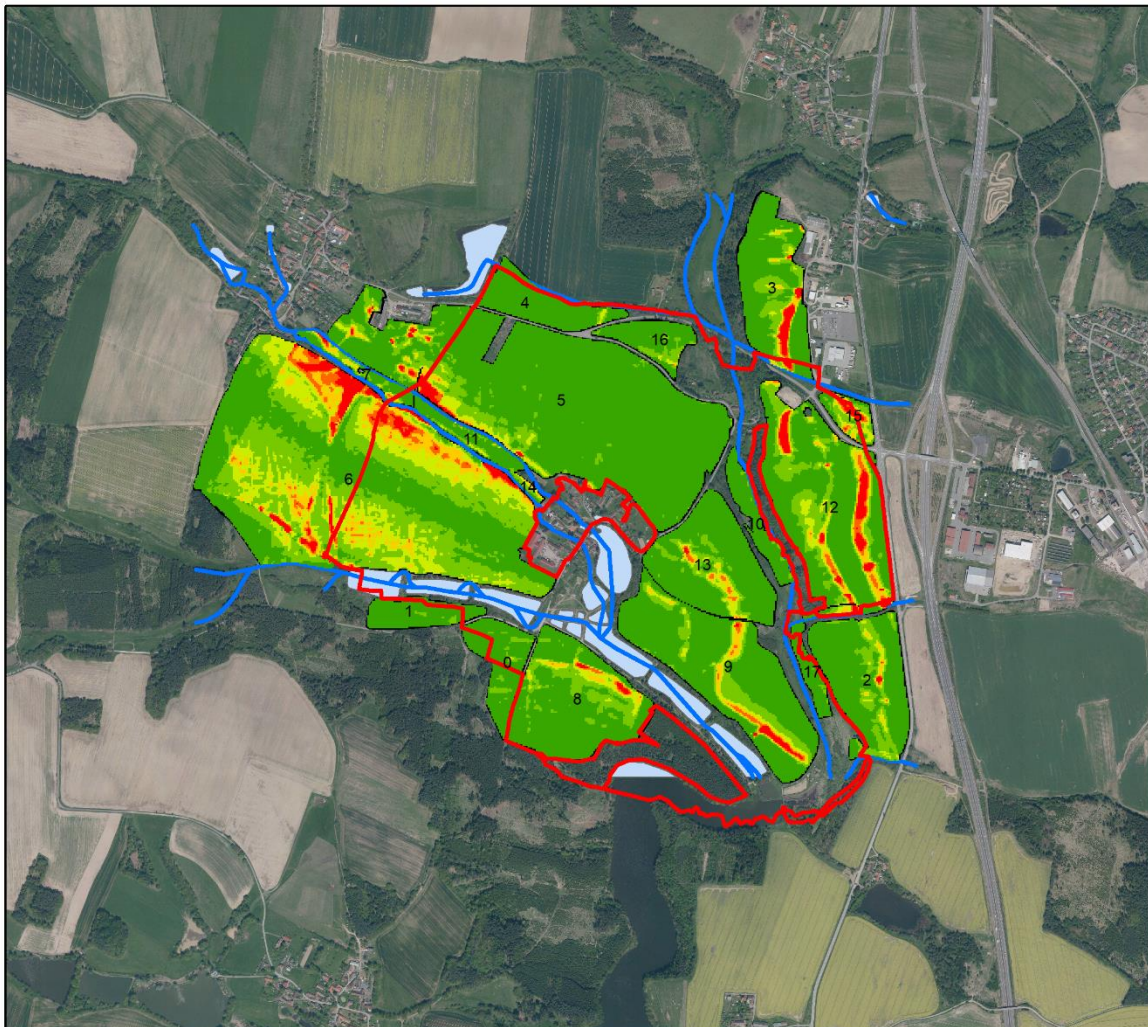
— Hranice PÚ

2 Číslo HPJ

HPJ

15	40	64
29	46	67
37	47	68
39	50	

Mapa erozních poměrů



Legenda

- Hranice PÚ
- Toky
- Nádrže
- 2 Číslo EP

Hodnocení erozního smyvu [$t \cdot h^{-1} \cdot rok^{-1}$]

- 0 - 4
- 4 - 8
- 8 - 12
- 12 - 16
- 16 - 20
- nad 20